

УДК 621.391:004.93

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ФОРМУВАННЯ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ

Патров Д.О., Стрілкова Т.О.

e-mail: denys.patrov@nure.ua, tetiana.strilkova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП
м. Харків, Україна

This work is devoted to assessing the efficiency of opto-electronic systems for formation and processing of signal and images. The assessment of the effectiveness of optoelectronic systems is used in calculations of the range, resolution, quality of the obtained image, processing speed, resistance to interference and other parameters. This report presents the results of evaluating the efficiency of optoelectronic systems by the signal-to-noise ratio criterion based on the application of the interframe signal processing method. Methods of mathematical modeling of the signal formation process in optoelectronic systems are applied, taking into account the stochastic characteristics of the signal and background components.

Оцінка ефективності оптико-електронних систем застосовується при розрахунках дальності дії, роздільної здатності, якості отриманого зображення, швидкості обробки, стійкості до завад та інші параметри. До основних показників ефективності оптико-електронних систем спостереження можна віднести: ймовірність виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єктів. Для розрахунків критеріїв ефективності систем застосовують методи математичного моделювання, які враховують просторово-часові та енергетичні характеристик сигнальних та фонових складових. Ці показники визначають здатність системи виявляти та правильно ідентифікувати об'єкти в різних умовах спостереження.

Стохастико-детермінований підхід до обробки сигналів є одним з найвпливовіших шляхів оцінки ефективності оптико-електронних систем формування та обробки сигналів та зображень. Принцип формування сигналів в оптико-електронних системах розглядається як процес із стохастичним характером електромагнітного випромінювання.

Оптимальні і квазіоптимальні алгоритми виявлення сигналів на тлі перешкод враховують імовірнісний характер як сигнальної, так і фонові компонент. Імовірнісний характер вихідних сигналів визначається корпускулярними властивостями оптичного випромінювання, процесами що відбуваються в трасі поширення оптичного випромінювання та у фотоприймальному пристрої. Вхідне оптичне випромінювання, яке взаємодіє з елементами системи, може зазнавати просторово-координатних і просторово-спектральних змін, які впливають на статистичні характеристики вихідних сигналів оптико-електронних систем. Зміна статистичних властивостей вихідних сигналів впливає на точність

визначення параметрів вихідних сигналів, і як наслідок на результати оцінки ефективності оптико-електронних систем. Такий підхід дозволяє точніше моделювати та обробляти сигнали в умовах невизначеності [1].

Оцінка ефективності оптико-електронних систем спостереження враховує технічні характеристики обладнання та умови його експлуатації. Оцінка ефективності оптико-електронних систем ґрунтується на комплексному підході, який поєднує аналіз впливу зовнішніх факторів, математичне моделювання, використання сучасних обчислювальних технологій. Використання комплексних методів оцінки дозволяє забезпечити надійну та точну роботу систем у різних умовах застосування.

На сьогодні існують методи покращення ефективності оптико-електронних систем, які ґрунтуються на міжкадровій та внутрішньокadroвій обробці сигналів [2]. Наприклад, для покращення ефективності систем формування та обробки сигналів застосовують комплексування даних з різних каналів. Поєднання інформації дозволяє підвищити точність виявлення [3]. Використовуються високопродуктивні обчислювальні процеси. Аналіз особливостей високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних процесів на базі різних апаратних платформ (CPU та GPU) показує, що оптимізація обчислень може значно підвищити ефективність обробки зображень та сигналів в оптико-електронних системах [4]. Використання критерію Джонсона дозволяє оцінити ймовірність виявлення об'єкта залежно від роздільної здатності системи та розміру об'єкта на зображенні. Аналіз застосування цього критерію в реальних умовах наведено в статті [5].

Метою роботи є дослідження оцінки ефективності оптико-електронних систем за критерієм величини сигнал/шум в умовах слабкої освітленості.

В доповіді представлено результати оцінки ефективності оптико-електронної систем за критерієм відношення сигнал/шум на основі застосування методу міжкадрової обробки сигналів. Застосовано методи математичного моделювання процесу формування сигналів у оптико-електронних системах з урахування стохастичних характеристик сигнальної та фонові складових. Моделювання ґрунтувалось на корпускулярній структурі сигналів. Статистика параметрів сигналів підпорядковувалась пуасонівському закону розподілення. Розрахунки ефективності системи проводились за критерієм відношення сигнал/шум:

$$\varphi = \frac{U_c}{\delta},$$

де U_c – середнє арифметичне сигналу,

δ – середньоквадратичне відхилення шуму.

Результати розрахунків оцінки ефективності оптико-електронних

систем за критерієм величини відношення сигнал/ шум передавлені на рисунку.

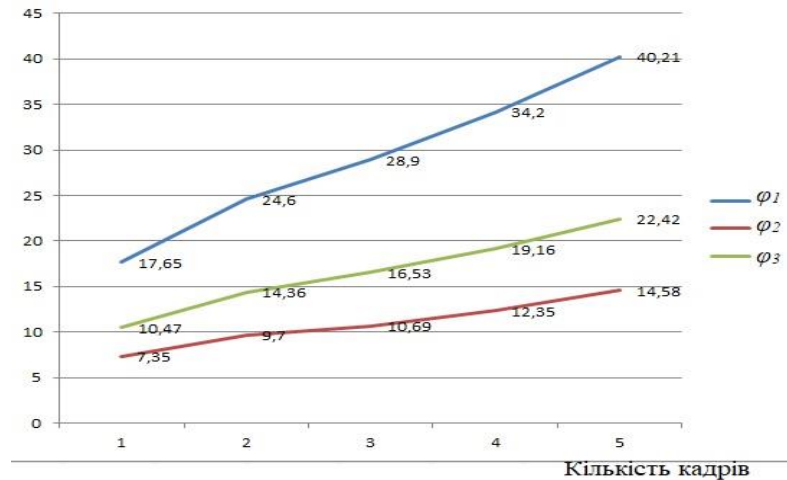


Рисунок – Залежність величини відношення сигнал/шум від кількості кадрів, які оброблялись

Висновки. Результати дослідження оцінки ефективності оптико-електронної системи за критерієм відношення сигнал/шум показали що застосування міжкадрової обробки збільшує ефективність роботи системи. Це обумовлено зміною статистичних параметрів сигналів, які обробляються шляхом зменшення впливу флуктуаційних складових. Метод може бути застосований для виявлення об'єктів, які характеризуються малими рівнями енергії та при узгодженні часу експозиції з динамічним діапазоном фотоприймача в оптико-електронних системах.

Список використаних джерел:

1. Strelkova T.A., Lytyuga A.P., Kalmykov A.S. Statistical Characteristics of Optical Signals and Images in Machine Vision Systems *Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0*. 2021, Pages: 134-162. DOI: 10.4018/978-1-7998-6522-3.ch005.
2. Патров Д.О., Стрелкова Т.А. Исследование методов увеличения дальности тепловизионных систем // *Monografia Pokonaerencyjna Science, Research, Development # Technics and Technology*. 30- 31.10.2019, pp. 32-35. London, 2019
3. В. Г. Колобродов, та В.І. Микитенко Комплексування інформації в багатоканальних оптикоелектронних системах спостереження: монографія: Київ, Україна: «Аверс», 2013. 178 с.
4. Особливості організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних процесів // *Матеріали конференції «Сучасні технології в обчислювальній техніці»*. Київ, 2022. С. 112–118.
5. Лисенко А. С. Аналіз факторів, які впливають на ефективність оптико-електронних систем / А. С. Лисенко // *Електронна та Акустична Інженерія*. – 2020. – Т. 3, № 1. С. 15–18.